

Resultado cartográfico de riesgo de inundación en el Distrito de Santa Marta Magdalena

Angie Karina Cala Guerrero akcalag@unadvirtual.edu.co

Angie Paola Castillo Cantillo- apcastilloca@unadvirtual.edu.co

Camila Andrea Sucerquia Villafaña- casucerquiav@unadvirtual.edu.co

Jina Marcela Pizarro Valencia- jmpizarrov@unadvirtual.edu.co

Wilmer Enrique Cantillo Zambrano- wecantilloz@unadvirtual.edu.co

Resumen

El estudio tiene como propósito general caracterizar el riesgo de inundación en el Distrito de Santa Marta (Magdalena), abarcando tanto el área urbana como el sector rural, con el fin de fortalecer la gestión territorial y soportar la toma de decisiones en planificación sostenible. La modelación se realiza mediante un Análisis Multicriterio (AMC) en un entorno de Sistemas de Información Geográfica, utilizando ArcGIS Pro para la estandarización, ponderación e integración espacial de variables mediante el método de suma ponderada.

Los insumos principales incluyen el Modelo Digital de Elevación (DEM) y el ráster de pendientes; la capa de cobertura y uso del suelo; un ráster de precipitación mensual; y la capa de distancia a drenajes, derivada de un análisis hidrológico. Los resultados identifican amplias zonas bajas y planas, tanto urbanas como rurales, con niveles críticos de susceptibilidad a inundación, especialmente en áreas influenciadas por los ríos que atraviesan el área urbana, como el río Manzanares y el río Gaira.

Estas condiciones generan afectaciones significativas en los sectores productivos (agropecuarios y logísticos), el sector turístico (equipamientos y accesos), la comunidad (vivienda y bienestar) y la infraestructura (vías, redes y servicios públicos).

Los hallazgos evidencian la necesidad de reforzar el control del uso del suelo e implementar medidas preventivas y de mitigación, orientadas a reducir los impactos sobre la población y la infraestructura crítica.

Palabras claves: Territorio., Geoprocesamiento., Cuencas.

Introducción

El cambio climático, definido como el incremento sostenido de la temperatura promedio global producto de la acumulación de gases de efecto invernadero, ha provocado modificaciones significativas en los patrones climáticos y en la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos intensos (IPCC, 2022). En el Distrito de Santa Marta, estos cambios se manifiestan en alteraciones del ciclo hidrológico de la Sierra Nevada, donde variaciones en temperatura y precipitación han reducido la capacidad de regulación natural y han aumentado la susceptibilidad a crecientes súbitas (Zabala, 2019). De igual manera, el ascenso del nivel del mar constituye un factor crítico para las zonas costeras, afectando infraestructura turística, ecosistemas frágiles y áreas urbanas expuestas a inundaciones recurrentes (Sanjuán Murillo, 2017).

Estas condiciones se evidencian en agosto de 2025, cuando precipitaciones superiores a 150 mm en tres horas generan inundaciones en más de 60 barrios y el colapso del sistema de alcantarillado, obligando a la declaratoria de alerta naranja por parte de las autoridades (Infobae, 2025). El complejo lagunar de la Ciénaga Grande de Santa Marta también refleja estos impactos, dado que la reducción de aportes hídricos y la intrusión salina comprometen la biodiversidad y los manglares, ecosistemas esenciales para la pesca artesanal y la sostenibilidad socioeconómica de las comunidades aledañas (Salzwedel et al., 2016).

La evaluación del riesgo de inundación en Santa Marta es fundamental debido a la vulnerabilidad histórica del distrito, derivada de su ubicación geográfica, la presencia de ríos y quebradas que descienden desde la Sierra Nevada y la ocupación de zonas con limitada planificación territorial. Barrios localizados en proximidad a los ríos Palomino, Don Diego, Buritaca, Guachaca, Mendihuaca, Piedras, Gaira y Manzanares presentan altos niveles de exposición, mientras que la infraestructura urbana —particularmente las redes de alcantarillado, acueducto, vías y edificaciones— enfrenta afectaciones recurrentes durante periodos de lluvia intensa.

La actividad productiva del distrito, basada en el turismo, el comercio, la pesca, la agricultura y la logística portuaria, también se ve comprometida ante la ocurrencia de eventos de inundación. Estudios desarrollados por CORPAMAG y la Universidad del Atlántico (2017) han modelado hidráulicamente las cuencas bajas de los ríos Piedras, Manzanares y Gaira, identificando zonas críticas para la gestión del riesgo. En este contexto, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) desempeñan un rol central al integrar, analizar y representar espacialmente la amenaza, la vulnerabilidad y la exposición. Esto facilita la toma de decisiones territoriales mediante la generación de mapas de susceptibilidad y zonificación del riesgo.

Así, el presente ejercicio tiene como finalidad fortalecer la prevención y la preparación ante emergencias, proteger a las comunidades del Distrito de Santa Marta y apoyar la gestión territorial, mediante la aplicación de un modelo de análisis multicriterio en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la generación del mapa de riesgo de inundación. Dicho diseño integra información tanto del área urbana como del área rural, dado que los niveles de riesgo identificados se presentan en ambas zonas; por esta razón, el análisis se desarrolla de manera general para todo

el distrito, permitiendo que en el informe se visualicen y evalúen de forma conjunta los resultados correspondientes a ambos contextos territoriales.

Objetivos

General

Analizar la susceptibilidad a eventos de inundación en el Distrito de Santa Marta, mediante la aplicación de cartografía y análisis espacial, con el fin de proporcionar información útil para la toma de decisiones en la gestión del riesgo y la planificación urbana.

Específicos

Evaluar la vulnerabilidad de la población, los ecosistemas y la infraestructura del distrito frente a eventos hidrometeorológicos, empleando herramientas de análisis espacial.

Identificar las zonas de mayor vulnerabilidad en el distrito de Santa Marta para la mitigación y prevención del desbordamiento de cauces.

Desarrollar un modelo cartográfico que permita visualizar el riesgo de inundación en el Distrito de Santa Marta, y que pueda ser utilizado como apoyo en la toma de decisiones para la gestión del riesgo.

Identificación del caso de estudio

- Ubicación geográfica y división político-administrativa, cifras de área urbana y rural.

Tabla 1. Descripción del Distrito de Santa Marta.

Ubicación geográfica	Localización dentro del país	Se localiza en el departamento del Magdalena. Al norte y al occidente limita con el mar Caribe; al sur, con los municipios de Ciénaga y Aracataca; y al oriente, con los departamentos de La Guajira y Cesar (Alcaldía Distrital de Santa Marta, 2025).
	Coordenadas	11° 14' 50" de latitud norte y 74° 12' 06" de longitud oeste.
	Región	Región Caribe.
División político-Administrativa	Localidades (Área urbana)	<p>Localidad 1: Cultural Tayrona – San Pedro Alejandrino</p> <ul style="list-style-type: none"> • Población: 147,611 habitantes. • Incluye: Antiguas comunas 1, 6 y 9. • Corregimientos asociados: Bonda y Guachaca.
		<p>Localidad 2: Histórica – Rodrigo de Bastidas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Población: 209,017 habitantes. • Incluye: Antiguas comunas 2, 3, 4 y 5. • Corregimiento asociado: Taganga.
		<p>Localidad 3: Perla del Caribe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Población: 112,438 habitantes. • Incluye: Antiguas comunas 7 y 8. • Corregimiento asociado: Minca.
	Corregimientos (zona rural)	<p>Taganga: 3 km Bonda: 15 km Guachaca: 20 km</p>

	Minca: 20 km	
	Organizaciones territoriales	Localidades: 3 Comunas: 9 Estas comunas están divididas en 249 barrios. (TvAndina, 2016)
Distribución del territorio	Área total	2,393.35 Km ²
	Área urbana	55.10 Km ²
	Área rural	2,338.25 Km ²
	Resguardo indígena Koguimalayo-Arhuaco	1057,08 km ² <i>(Nota: Este territorio normalmente se considera parte del área rural, aunque se clasifica aparte por su carácter especial.)</i>
	Cálculo de porcentajes.	Área urbana: 2.30% Área rural sin resguardo: 53.52% Resguardo indígena: 44.18%

Nota: La tabla presenta la ubicación geográfica del Distrito de Santa Marta y su división político-administrativa, junto con las cifras del área urbana y rural, con el fin de sintetizar la estructura territorial y la distribución espacial del distrito.

Fuente: Adaptado de *Alcaldía de Santa Marta* (2025); *Alcaldía de Santa Marta, Distrito Turístico, Cultural e Histórico* (2022); y *TvAndina* (2016).

Una vez definida la ubicación geográfica y la organización político-administrativa del Distrito de Santa Marta, se procede al análisis de sus principales características físicas y ambientales. Variables como la altitud, red hídrica y pendientes generales, son determinantes para comprender el comportamiento del territorio frente al riesgo de inundación.

- Principales características físicas y ambientales relevantes para el riesgo de inundación, como altitud, red hídrica, pendientes generales.

Altitud y pendientes del territorio.

Las principales características físicas y ambientales del Distrito de Santa Marta que inciden en el riesgo de inundación están estrechamente relacionadas con su configuración geomorfológica. El distrito es el único en Colombia que integra la llanura costera del mar Caribe con las cumbres nevadas de la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM), lo que condiciona la ocurrencia de distintos tipos de fenómenos hidrometeorológicos.

La altitud presenta un comportamiento bimodal. Las zonas urbanas y de mayor concentración poblacional se localizan a cotas muy bajas, cercanas al nivel del mar, entre aproximadamente 6 y 15 m s. n. m. Esta condición favorece principalmente la inundación por desborde de los cauces y el encharcamiento urbano, asociados a la baja pendiente, la acumulación de agua lluvia y la limitada capacidad de drenaje. En contraste, el territorio municipal se extiende hasta elevaciones superiores a los 5.700 m s. n. m., donde se generan procesos de escorrentía concentrada que pueden dar lugar a flujos torrenciales, restringidos a las zonas de ladera.

La red hídrica está conformada por ríos de régimen torrencial que nacen en las estribaciones de la Sierra y desembocan directamente en el mar Caribe. Entre los cauces más relevantes para el riesgo se encuentran los ríos Manzanares, Piedras y Gaira. El río Gaira, por ejemplo, nace a una altitud aproximada de 2.750 m s. n. m. en la estrella hídrica de San Lorenzo y recorre cerca de 32,53 km hasta la zona baja del distrito (Armenteras-Pascual y Mestre-Gómez, 2012).

En las zonas de ladera, las pendientes pronunciadas aceleran la escorrentía y favorecen procesos de erosión, lo que incrementa la probabilidad de flujos torrenciales con alta capacidad de arrastre de sedimentos. Estos procesos se activan durante eventos de precipitación intensa en la alta montaña.

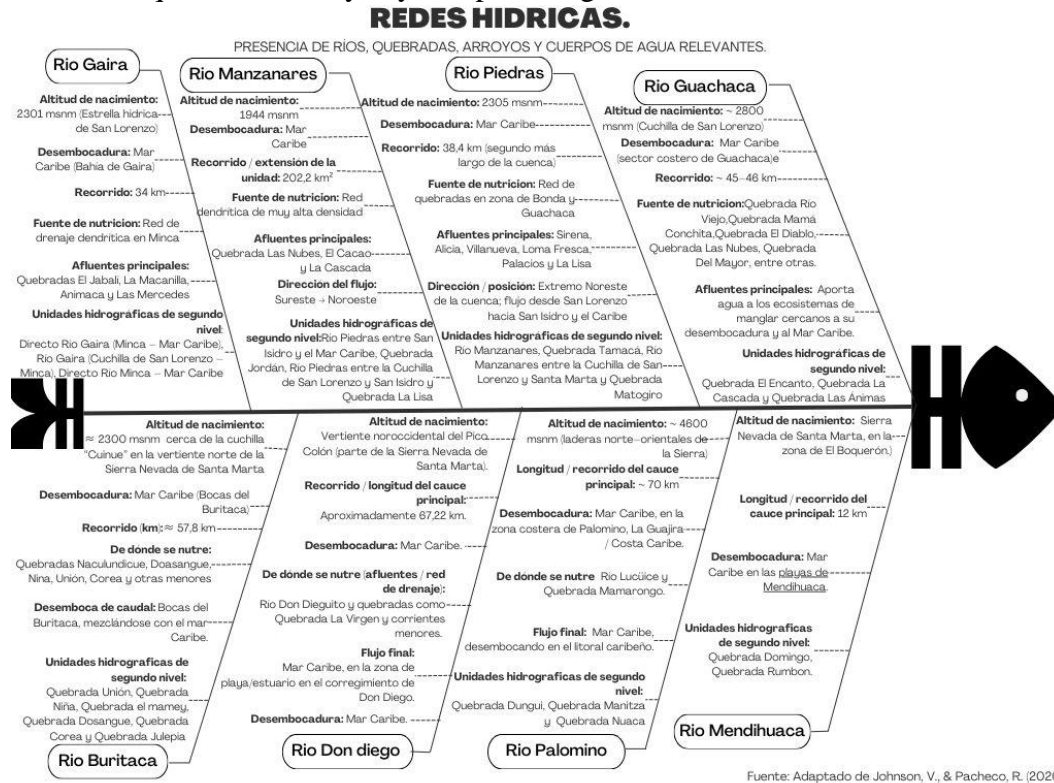
En los tramos medios y bajos de las cuencas, donde las pendientes disminuyen de forma significativa, la capacidad de transporte de los cauces se reduce. Esta condición favorece el desborde de los ríos y la propagación de inundaciones hacia las áreas urbanas cercanas a la costa (DNP, 2024).

Adicionalmente, en el área urbana costera, la combinación de pendientes muy suaves, superficies impermeabilizadas y sistemas de drenaje insuficientes propicia la ocurrencia de encharcamientos urbanos, incluso durante eventos de lluvia de corta duración.

La degradación ambiental, en especial la deforestación en zonas de ladera intensifica estos fenómenos. Esta práctica incrementa la inestabilidad del suelo, favorece el arrastre de material y contribuye a la sedimentación en los cauces bajos, reduciendo su capacidad hidráulica y aumentando tanto el riesgo de desborde como la severidad de los impactos aguas abajo (INVEMAR, 2018).

Red hídrica

Figura 1.
Presencia de ríos, quebradas, arroyos y cuerpos de agua relevantes.



Nota: La grafica describe la presencia de ríos, quebradas, arroyos y otros cuerpos de agua relevantes que conforman la red hídrica del área.

Fuente: Adaptado de Johnson, V., & Pacheco, R. (2020).

Condiciones físicas relevantes para el riesgo.

- Elementos del entorno natural que contribuyen a la probabilidad de inundaciones.

El Distrito de Santa Marta presenta una alta susceptibilidad a inundaciones debido a factores topográficos, hidrológicos y geomorfológicos que interactúan con variables climáticas y con la acción antrópica. Las inundaciones son uno de los desastres naturales más numerosos y severos históricamente registrados (Cruz Roja Colombiana, Seccional Magdalena, 2018).

- Factores que inciden en el riesgo de inundación en el Distrito de Santa Marta.

1. Factores físicos.

El Distrito de Santa Marta se localiza en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, lo que configura una geomorfología altamente contrastante y condiciona la susceptibilidad natural al riesgo de inundación.

Las pendientes topográficas pronunciadas constituyen un factor físico determinante. En las zonas de ladera, estas pendientes favorecen procesos de erosión y movilización de material, mientras que en los tramos medios y bajos de las cuencas la reducción de la pendiente limita la capacidad de transporte de los cauces.

El comportamiento altitudinal del distrito es extremo, con zonas costeras cercanas al nivel del mar y sectores de alta montaña que superan los 5.700 m s. n. m. Esta diferencia altitudinal favorece la concentración de flujos y sedimentos en las áreas bajas, incrementando la exposición física a inundaciones.

En las zonas planas del área urbana costera, las pendientes suaves facilitan la acumulación de agua, creando condiciones propicias para la inundación por desborde y el encharcamiento urbano, especialmente en sectores próximos a los cauces.

2. Factores hidrológicos.

El sistema hidrológico del distrito está conformado por ríos de régimen torrencial, caracterizados por cuencas cortas y pendientes elevadas, lo que genera respuestas hidrológicas rápidas ante eventos de precipitación intensa.

Entre los principales cuerpos de agua asociados al riesgo se encuentran:

- Zona urbana: ríos Manzanares y Gaira, y las quebradas Tamacá y Bureche.
- Zona rural: ríos Guachaca, Mendihuaca, Piedras, Buritaca y Don Diego.

Los procesos hidrológicos dominantes incluyen:

- Escorrentía superficial acelerada en zonas de ladera.
- Crecientes súbitas, con aumentos rápidos del nivel del agua.
- Flujos torrenciales, restringidos a sectores de pendiente alta.
- Desbordamientos fluviales, predominantes en los tramos medios y bajos de las cuencas.

En secciones críticas de los cauces, la velocidad del flujo puede superar los 1,5 m/s. En las zonas de inundación, velocidades entre 0,6 y 0,8 m/s son suficientes para generar daños estructurales y arrastre de sedimentos.

Desde el punto de vista climático, las temporadas de lluvias intensas, los temporales y la influencia del fenómeno de La Niña actúan como detonantes de estos procesos, siendo septiembre y octubre los meses históricamente más lluviosos.

3. Factores antrópicos.

La acción humana ha intensificado las condiciones naturales del riesgo, transformándolo en un fenómeno socio natural.

Entre los principales factores antrópicos se identifican:

- Ocupación informal de laderas y zonas ribereñas, muchas de ellas sin planificación ni control territorial.
- Deforestación en cerros y riberas, que reduce la capacidad de infiltración del suelo y aumenta la escorrentía superficial.
- Apertura de vías y áreas para vivienda, que altera la estabilidad del terreno y los patrones naturales de drenaje.
- Arrastre y acumulación de sedimentos en drenajes, alcantarillas y cauces bajos, reduciendo la capacidad hidráulica.

Estas intervenciones incrementan la sedimentación, favorecen la obstrucción de los sistemas de drenaje y elevan la probabilidad de desbordamientos fluviales e inundaciones en zonas urbanas y rurales bajas.

Dentro de los ocho escenarios de riesgo identificados en el distrito, las inundaciones se destacan por su alta frecuencia histórica, la extensión territorial afectada y el número de habitantes expuestos, especialmente en áreas con alta vulnerabilidad social.

Tabla 2. Factores del Riesgo de Inundación en el distrito de Santa Marta.

Factor antrópico	Mecanismo de contribución al riesgo
Asentamientos informales e intervención en cauces	La ocupación humana en las cuencas hídricas y en sus áreas de influencia ha reducido sustancialmente la capacidad de transporte del agua en ríos y quebradas, lo que agrava el riesgo de desbordamiento incluso durante eventos de lluvia moderada.

<p>Deterioro de márgenes y erosión</p>	<p>El deterioro de los márgenes de los ríos facilita su desbordamiento. Causado por la deforestación y el</p> <p>El deterioro de los márgenes de los ríos facilita su desbordamiento. Este proceso es causado por la deforestación y el uso inadecuado del suelo, los cuales desestabilizan las orillas.</p>
<p>Disposición inadecuada de residuos</p>	<p>La inadecuada disposición final de residuos sólidos y aguas negras por parte de las comunidades ribereñas provoca el desbordamiento del cauce de ríos y quebradas, al disminuir el área hidráulica efectiva para el flujo del agua.</p>
<p>Ocupación de zonas de reposo/almacenamiento</p>	<p>Se han ocupado y rellenado zonas de reposo de escorrentía para consolidar construcciones informales. Estas áreas son vitales para la infiltración y la mitigación de picos de caudal; su ocupación elimina la capacidad de amortiguación natural.</p>
<p>Deficiencia en infraestructura urbana</p>	<p>La falta de infraestructura urbana de drenaje impide la rápida evacuación de las aguas lluvias. Además, la ineficiencia y la sedimentación de la red de alcantarillado sanitario, debido a su apertura inadecuada para evacuar aguas lluvias, contribuyen al encharcamiento y al desbordamiento.</p>

Nota: La tabla presenta los factores antrópicos y los mecanismos mediante los cuales estos contribuyen al riesgo.

Fuente: Adaptado de Cruz Roja Colombiana Seccional Magdalena, (2018).

Una vez identificados los factores de riesgo de inundación del Distrito de Santa Marta y los mecanismos antrópicos que contribuyen a su ocurrencia, se procede al análisis de la distribución espacial del riesgo. Este enfoque permite visualizar cómo dichos factores se manifiestan territorialmente y qué zonas presentan mayor susceptibilidad a eventos de inundación.

1) Distribución espacial del riesgo de inundación

El análisis identifica dónde se concentra el riesgo en el perímetro urbano:

- **Zonas con mayor afectación (riesgo alto):**
 - **Cercanas al cauce de cuerpos de agua:** Barrios como Timayuí, Cantilito, Colinas del Río, Villa del Río, Santa Ana, Malvinas, Simón Bolívar, Las Vegas, y Gaira, entre otros.
 - **Puntos bajos cercanos a los cerros:** Barrios como Las Américas, María Eugenia, Corea, El Pando, Pescaito, Olaya Herrera, y San Martín, entre otros.

- **Análisis del mapa de riesgo por inundación: Identificación de áreas críticas.**

¿Cuáles son las áreas con mayor y menor riesgo de inundación según la clasificación cualitativa del riesgo?

Para identificar la ubicación de las cuencas que presentan niveles de riesgo medio, alto y muy alto, se tomó como referencia el mapa de riesgo elaborado por los estudiantes en ArcGIS, el mapa de los principales ríos del Distrito de Santa Marta publicado por el medio de comunicación El Informador (2020) y el mapa de comunas incluido en el Informe de Gestión de la Alcaldía Distrital de Santa Marta (2022). A partir de la revisión detallada de estos insumos, se obtuvo la siguiente interpretación.

A continuación, se presenta la distribución de las cuencas hidrográficas dentro de las distintas localidades del distrito, con el fin de identificar el nivel de riesgo asociado a cada comuna, barrio y corregimiento.

Tabla 3. *Caracterización de Cuencas y Riesgos en la Localidad 1.*

Localidad 1.				
Cuenca	Ubicación	Comuna		Riesgo
		Barrio/Corregimiento		
Rio Buriticá	Baja	Cuenca	Buritaca costero, área turística	Muy alto
Rio Guachaca	Media	Cuenca	Guachaca urbana, Curvalito	Muy alto
	Baja	Cuenca	Guachaca costera y área turística	Muy alto

Rio Mendihuaca	Alta	Cuenca	Veredas altas	Muy alto
	Media	Cuenca	Sector intermedio Troncal	Muy alto
	Baja	Cuenca	Mendihuaca costero	Muy alto
Rio Piedras	alta	Cuenca	Zona Rural Zona de alta montaña	Muy alto
	Media	Cuenca	Veredas intermedias	Alto
	Baja	Cuenca	Bonda bajo	Muy alto
		Parte Baja	Áreas de playa y ensenadas dentro del Parque (desembocaduras de quebradas y áreas costeras)	Alto
Rio Manzanares	Alta	Cuenca	Bonda y veredas altas	Muy alto

Nota: La tabla demuestra la estructura de los ríos y quebradas de la Localidad 1, indicando su tramo de cuenca, corregimientos o barrios correspondientes y el nivel de riesgo asociado.

Fuente: Adaptación de El Informador (2020) y del Informe de Gestión de la Alcaldía de Santa Marta (2022).

Tabla 4. Caracterización de Cuencas y Riesgos en la Localidad 3.

Localidad 3			
Cuenca	Ubicación	Comuna Barrio/ corregimiento	Riesgo
Rio guachaca	Alta	Cuenca Veredas de montaña	Muy alto
	Alta	Cuenca Minca, veredas de montaña	Muy alto
		Comuna 3 y 7	

Rio Gaira	media	Cuenca	Gaira centro, La Quemada, Brisas del Lago, El Valle de Gaira	Alto	
	baja	Cuenca	Comuna 7	Rodadero Tradicional, Rodadero Sur	Alto
			Rural Bonda		
Rio Manzanares	alta	Cuenca	Veredas altas de Bonda	Muy alto	
	media	Cuenca	Comuna 6	Alto	
			Mamatoco, Cantilito, 11 de noviembre		
baja	Cuenca	Comuna 2, 4 y 6 Centro, Pescaíto, Bavaria, Taminaca, Prado, Manzanares, Mamatoco	Alto		
Quebrada San Fernando			Zona Rural	Alto	
			Veredas en Sierra Nevada		

Nota: La tabla demuestra la estructura de los ríos y quebradas de la Localidad 3, indicando su tramo de cuenca, corregimientos o barrios correspondientes y el nivel de riesgo asociado. **Fuente:** Adaptación de El Informador, (2020) y del Informe de Gestión de la Alcaldía de Santa Marta (2022).

Tabla 5. Caracterización de Cuenca y Riesgos en los resguardos indígenas.

Resguardos indígenas.			
Cuenca	Ubicación	Comuna Barrio/ Corregimiento	Riesgo
Rio Palomino	media	Cuenca Palomino intermedio	Muy alto
	baja	Cuenca Palomino costero	Alto
Rio Don Diego	Media	Cuenca Don Diego rural	Muy alto
	baja	Cuenca Don Diego costero	Muy alto
Rio Buriticá	Alta	Cuenca Veredas de montaña	Medio

	Cuenca	
Media		Calabazo, Cañaveral
		Muy alto

Nota: La tabla demuestra la estructura de los ríos y quebradas de resguardos indígenas, indicando su tramo de cuenca, corregimientos o barrios correspondientes y el nivel de riesgo asociado.

Fuente: Adaptación de El Informador (2020) y del Informe de Gestión de la Alcaldía de Santa Marta (2022).

A partir de la caracterización de las cuencas hidrográficas y la identificación del nivel de riesgo en cada localidad, se hace necesario incorporar el componente climático del territorio. En este sentido, se analizan las características asociadas a la precipitación, debido a su influencia directa en la ocurrencia y magnitud de los eventos de inundación.

- Características climáticas relacionadas con precipitación.

De acuerdo con la ficha climática del IDEAM (2018), el mes con mayores precipitaciones en el Distrito de Santa Marta es octubre, con un promedio anual de 501 mm de precipitación. Para verificar la persistencia de estas condiciones, se revisó la información disponible en la plataforma Climate Data (2025), cuyos gráficos confirman que octubre continúa siendo el mes más lluvioso, con un promedio de 213 mm.

Metodología

El estudio se fundamentó en la aplicación del análisis multicriterio, entendido como un método que permite evaluar un fenómeno o proyecto mediante la integración y ponderación de diversos criterios relevantes para la toma de decisiones. Según el Departamento Nacional de Planeación (2016), este tipo de análisis “se basa en realizar la valoración de un proyecto a través de la combinación de diferentes criterios que evalúen las diversas dimensiones que enfrenta una decisión”

En este caso, el análisis multicriterio se empleó para analizar el riesgo de inundaciones en el distrito de Santa Marta, integrando variables ambientales, geográficas y territoriales representadas en formato cartográfico, con el fin de producir información de utilidad para la gestión del riesgo y la planificación urbana.

El enfoque metodológico se alinea con el objetivo general del estudio, orientado a analizar el riesgo de inundaciones en el distrito de Santa Marta mediante técnicas de cartografía y análisis espacial, y con los objetivos específicos, que buscan:

- 1) Evaluar la vulnerabilidad de la población, los ecosistemas y la infraestructura del distrito frente a eventos hidrometeorológicos, empleando herramientas de análisis espacial.
- 2) Identificar las zonas de mayor vulnerabilidad en el distrito de Santa Marta para la mitigación y prevención del desbordamiento de causas.
- 3) Desarrollar un modelo cartográfico que permita visualizar el riesgo de inundación en el Distrito de Santa Marta, y que pueda ser utilizado como apoyo en la toma de decisiones para la gestión del riesgo.

Procedimiento metodológico.

Para cumplir con los objetivos planteados, se desarrolló un proceso sistemático de análisis espacial en ArcGIS Pro, estructurado en varias etapas que permitieron integrar diferentes capas de información geográfica como insumos del análisis multicriterio.

Preparación y carga de datos.

Se inició cargando al proyecto el Modelo Digital de Elevación (*DEM*) y el ráster de pendientes (*slope*) del distrito, ambos con una resolución espacial de 30,585 metros por celda y referenciados al sistema MAGNA-SIRGAS / MT12. Se incorporó también el límite vectorial del distrito, necesario para ejecutar procesos de recorte y evitar valores nulos o externos al área de estudio. Posteriormente, se descargó y cargó la capa de cobertura de tierras, la cual fue descomprimida e incorporada al mapa. Esta capa fue sometida a un proceso de recorte (Clip) utilizando el límite del distrito para delimitar el área de trabajo.

Procesamiento de coberturas.

La capa de cobertura de tierras fue sometida al geoproceso *Dissolve*, utilizando el campo "*Nivel_2*" para agrupar las categorías de uso del suelo. Una vez disuelta, la capa fue transformada de formato vectorial a ráster para permitir su integración en el análisis multicriterio.

Incorporación y ajuste de datos de precipitación.

Se cargó la capa vectorial del departamento, así como un ráster de precipitación mensual con una resolución espacial de 30,585 metros por celda (tamaño de celda $30,585 \times 30,585$ metros). Este ráster fue ajustado mediante la herramienta *Extract by Mask*, primero utilizando el límite departamental y posteriormente el límite municipal, obteniendo así un ráster delimitado al área de estudio.

Análisis hidrológico.

Se ejecutaron los procesos hidrológicos necesarios para identificar drenajes y escorrentías superficiales, siguiendo la secuencia:

1. **Fill (Relleno)** para corregir depresiones.
2. **Flow Direction (Dirección de flujo)** para determinar la dirección del escurrimiento.
3. **Flow Accumulation (Acumulación de flujo)** para calcular la cantidad de flujo acumulado por celda.

El ráster de acumulación fue visualizado mediante el método de extensión *Desviación Típica*, lo que permitió resaltar los drenajes principales. A partir del valor máximo del ráster, se calculó un umbral del 1%, el cual fue utilizado para definir los drenajes relevantes y descartar los valores inferiores.

Posteriormente, se generó un ráster de distancia a drenajes, calculando la distancia de cada celda al drenaje más cercano.

Reclasificación de factores.

Cada una de las capas obtenidas (DEM, pendiente, precipitación, cobertura del suelo y distancia a drenajes) fue reclasificada utilizando los valores definidos en la Tabla 2 (1 a 5), lo que permitió normalizar la información y preparar las capas para su integración mediante el análisis multicriterio.

Suma ponderada.

Posteriormente, se aplicó la herramienta *Weighted sum* (Suma ponderada), asignando a cada factor un peso porcentual correspondiente a su nivel de influencia en el riesgo de inundación, siguiendo los valores establecidos en la Tabla 4. El resultado fue un ráster de ponderación del riesgo.

Este ráster fue posteriormente reclasificado en cinco clases según la Tabla 5, aplicando una simbología de colores que representó diferentes niveles de riesgo: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Conversión y refinamiento del producto final.

El ráster final fue transformado a formato vectorial, dando lugar a una capa de polígonos. Para mejorar su apariencia cartográfica, se aplicó el geoproceto *Smooth Polygon* (Suavizar polígono). Luego, se ejecutó nuevamente *Dissolve* para simplificar los polígonos según la clasificación del riesgo.

En la tabla de atributos de la capa resultante se agregaron los campos “Class_riesgo” (texto) y “Área_km2” (double). El campo *Class_riesgo* fue rellenado según las categorías de la Tabla 2, mientras que *Área_km2* se calculó mediante el comando *Calculate Geometry*, asegurando que las medidas fueran expresadas en kilómetros cuadrados.

Finalmente, se ajustó la simbología a valores únicos, asignando colores apropiados para cada nivel de riesgo.

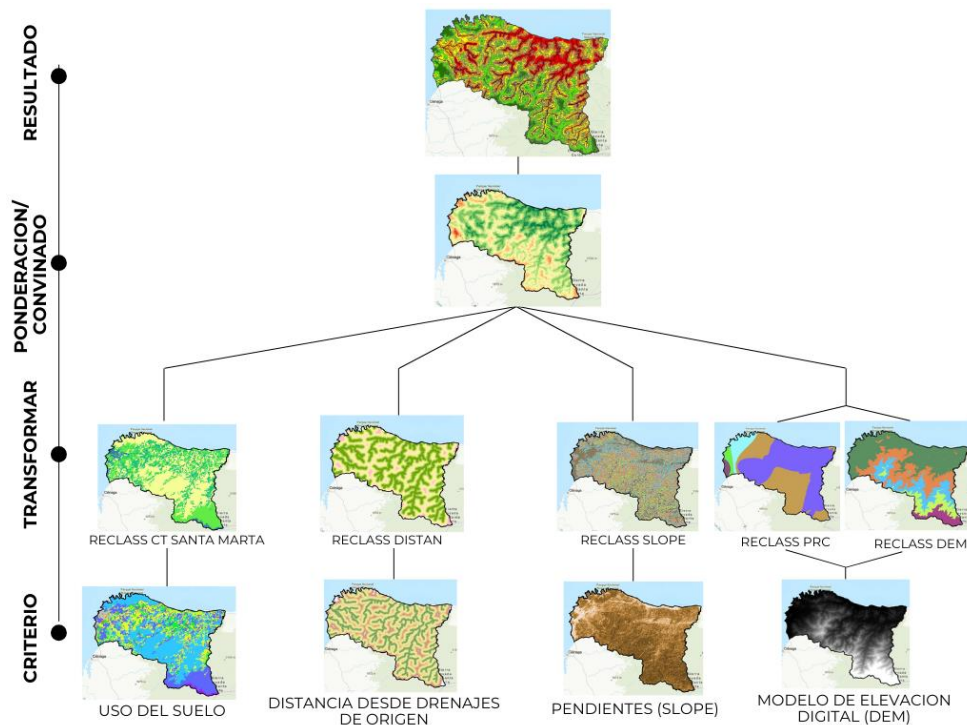
Elaboración del diseño cartográfico.

Se generó un diseño de mapa que incluyó:

- Vista del mapa del riesgo.
- Leyenda.
- Cuadrícula de coordenadas.
- Escala gráfica.
- Regla de escala.

Este diseño permitió visualizar, interpretar y comunicar de manera clara las áreas más vulnerables del distrito de Santa Marta.

Figura 2. Diagrama del Proceso de Análisis Multicriterio para la Modelación del Riesgo de Inundación en Santa Marta.



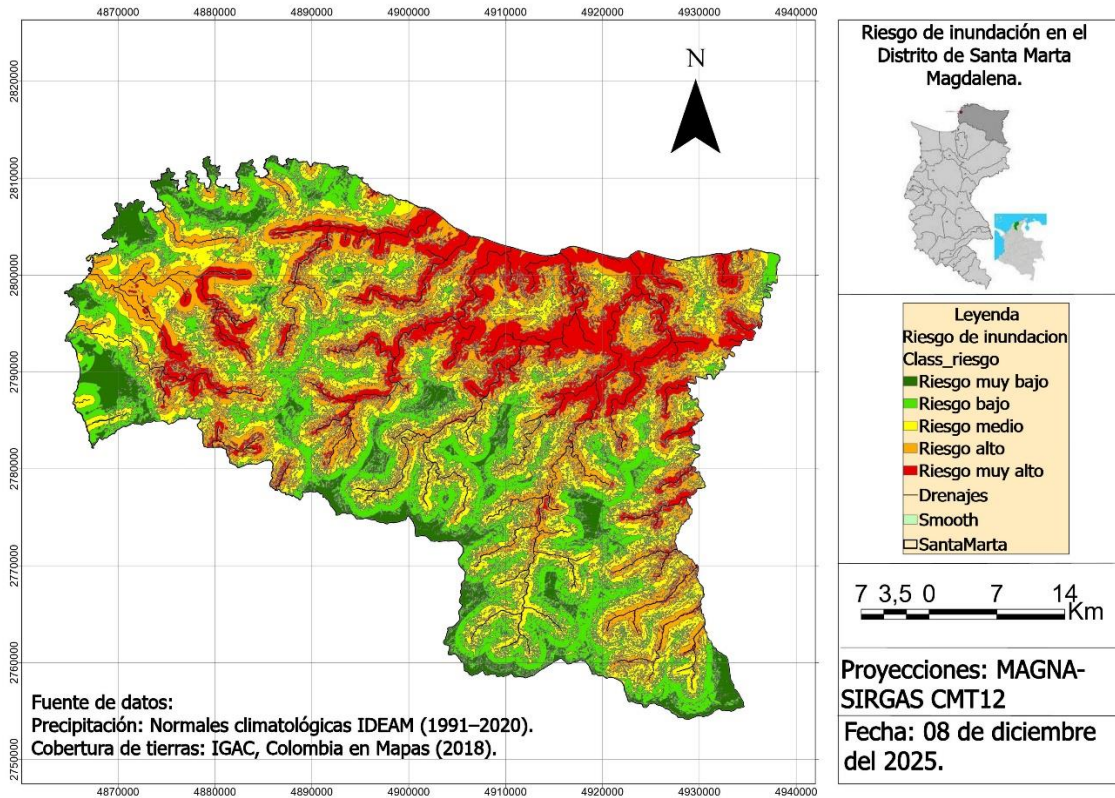
Nota: El diagrama muestra los criterios, su transformación y ponderación para generar el mapa final de riesgo de inundación. Permite comprender de manera visual cómo se integra cada factor en el análisis.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Resultados

Figura 3.

Diseño de mapa de modelación Riesgo de Inundación.



Nota: Representa el distrito y sus niveles de riesgo de inundación.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

El diseño de mapa presenta la distribución espacial del riesgo de inundación en el Distrito de Santa Marta, Magdalena, a partir de un análisis multicriterio desarrollado en un entorno de Sistemas de Información Geográfica. El riesgo se clasifica en cinco categorías, representadas por una escala cromática progresiva: riesgo muy bajo (verde oscuro), bajo (verde claro), medio (amarillo), alto (naranja) y muy alto (rojo), según se indica en la leyenda.

El diseño incluye la red de drenajes y el límite administrativo del distrito, lo que facilita la identificación de las áreas más susceptibles a inundación. Asimismo, incorpora un mapa de localización, que sitúa a Santa Marta dentro del contexto nacional.

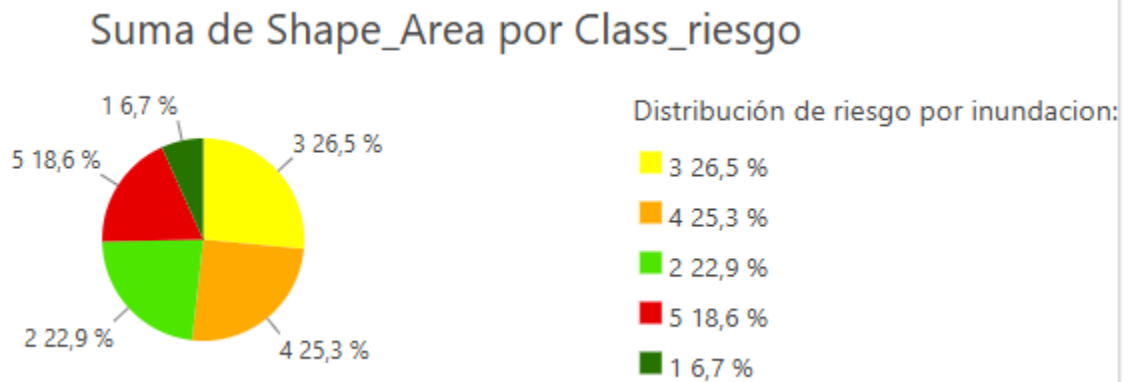
Se presentan los elementos cartográficos básicos, como la flecha de norte y la escala gráfica, expresada en kilómetros. El sistema de referencia espacial corresponde a la proyección MAGNA-SIRGAS CMT12.

Las fuentes de información empleadas comprenden las normales climatológicas del IDEAM correspondientes al periodo 1991–2020, utilizadas para la caracterización de la precipitación; la base cartográfica de Colombia en Mapas y la información del IGAC (2018), empleadas para la obtención de coberturas del suelo; así como las variables de pendiente, acumulación de flujo y distancia a drenajes, derivadas del modelo digital de elevación mediante procesos de análisis espacial en ArcGIS Pro. Elaboración propia, (2025).

A partir de la información sintetizada en el diseño del mapa, que permite visualizar la distribución espacial del riesgo de inundación en el Distrito de Santa Marta, se procede a integrar estos resultados con el análisis tabular. En este contexto, el análisis conjunto de las tablas 3 y 4 permite identificar que gran parte de la superficie urbana se encuentra en alto riesgo de inundación, especialmente en las zonas bajas y planas próximas a los ríos Manzanares, Gaira, Piedras, Buriticá, Mendihuaca, Palomino y Don Diego, los cuales descienden desde la cuchilla de San Fernando, ubicada en la parte alta de la Sierra Nevada de Santa Marta. Esta situación subraya la importancia de implementar medidas de protección específicas en dichas zonas críticas, con el fin de mitigar la vulnerabilidad tanto de la población como de los ecosistemas locales.

Figura 4.

Distribución porcentual del riesgo de inundación en el distrito de Santa Marta.



Nota: El gráfico de torta evidencia que el riesgo bajo (1) corresponde al 6,7%, mientras que el riesgo medio (3) alcanza el 26,5%, siendo la categoría con mayor proporción.

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS Pro)

Una porción significativa del área urbana y rural del distrito de Santa Marta, donde se concentra la mayor densidad poblacional, presenta un riesgo alto a crítico de inundación

alrededor del 25,3% enfrenta un riesgo alto, lo que pone de relieve áreas con vulnerabilidad notable, aunque aún controlable con estrategias de mitigación adecuadas.

Esta distribución revela una marcada heterogeneidad en el riesgo, resaltando las zonas más vulnerables que deberían tener prioridad en la planificación urbana. El área total identificada de riesgo muy bajo abarca aproximadamente 157.2 km^2 , lo cual resulta crucial para diseñar un plan de diseños estructurales, basadas en la naturaleza y de gestión del riesgo. La integración de estas soluciones resulta crucial para establecer zonas de protección y recuperación ambiental. Mediante el uso de herramientas de análisis espacial y sistemas de información geográfica (SIG), se logró crear un mapa multicriterio que clasifica los riesgos de inundación en cinco niveles en el Distrito de Santa Marta.

Figura 5.

Mapa de drenajes.








Nota: Muestra el área de estudio y delimitación de Cuencas Hidrográficas

Fuente: Autoría propia, 2025 (ArcGIS pro)

El mapa presentado en la figura cinco ilustra la delimitación geográfica del distrito de Santa Marta, que es útil como base para evaluar y analizar las zonas susceptibles a inundaciones. Las líneas de color azul claro representan los drenajes y las de color azul oscuro y negras indican la delimitación de la red hidrológica y las curvas de nivel, respectivamente, elementos clave para comprender el comportamiento del relieve y la dinámica de la esorrentía en la región. La integración de estos datos espaciales resulta

esencial para identificar áreas de alta vulnerabilidad y fundamentar decisiones informadas en la planificación y gestión territorial.

Tabla 6. Clasificación cualitativa del riesgo de inundación.

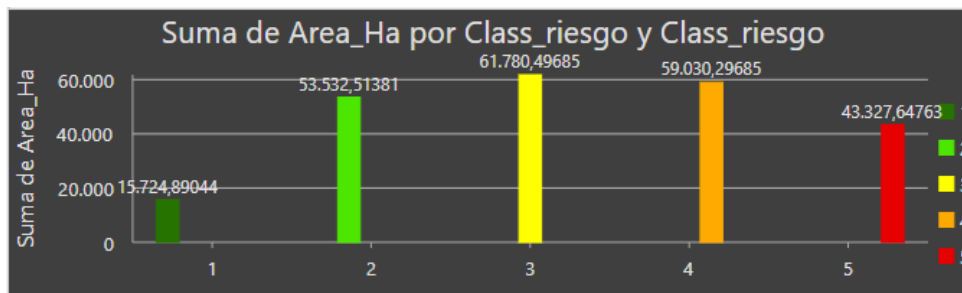
Clasificación cualitativa	Simbología
Riesgo muy bajo	
Riesgo bajo	
Riesgo medio	
Riesgo alto	
Riesgo muy alto	

Nota: La tabla presenta el nivel cualitativo por riesgo de inundación, distinguiendo áreas de baja, alta y media vulnerabilidad.

Fuente: Adaptado de Guía de aprendizaje Fase 6, (2025)

Figura 6.

Distribución del riesgo de inundación.



Nota: La grafica presenta la distribución del riesgo de inundación por hectáreas en el distrito de Santa Marta.

Fuente: Autoría propia,2025 (ArcGIS Pro)

El gráfico muestra la distribución del riesgo de inundación en el área urbana del Distrito de Santa Marta, clasificado en cinco categorías: muy bajo (verde oscuro), bajo (verde claro), medio (amarillo), alto (naranjado) y muy alto (rojo). Se observa una tendencia creciente del riesgo, destacándose que la mayor superficie (590,302 hectáreas) se concentra en la categoría de riesgo alto, lo que representa un desafío significativo para la gestión del territorio y la planificación urbana. Las categorías de menor riesgo (muy bajo y bajo) abarcan 157,248 y 535,325 hectáreas, respectivamente, mientras que el riesgo medio cubre 617,804 hectáreas y el riesgo muy alto, 433,276 hectáreas.

- Análisis de resultados.

El análisis del riesgo por inundación fluvial en el distrito de Santa Marta evidencia que las áreas de mayor vulnerabilidad se concentran principalmente en las zonas bajas y medias de las cuencas hidrográficas que descienden desde la vertiente noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta hacia la franja costera. Estas áreas corresponden, en su mayoría, a sectores urbanos y rurales localizados en planicies aluviales y márgenes de cauces, donde el principal fenómeno dominante es el desborde de ríos y quebradas.

Los ríos Buritaca, Guachaca, Mendiaguaca, Piedras, Manzanares y Gaira presentan niveles de riesgo clasificados como altos y muy altos en sus tramos medios y bajos, especialmente en sectores cercanos a la costa y zonas urbanizadas. En estos tramos, la disminución de la pendiente y la reducción de la capacidad hidráulica del cauce favorecen la propagación lateral del agua durante eventos de lluvia intensa, generando inundaciones fluviales que afectan viviendas, infraestructura vial y servicios.

En contraste, en las áreas de ladera y zonas de alta montaña, el fenómeno predominante no corresponde a inundación fluvial, sino a flujos torrenciales y avenidas súbitas, donde pendientes pronunciadas, cuencas cortas y altas intensidades de precipitación generan respuestas hidrológicas rápidas, con altos volúmenes de agua y sedimentos, reduciendo el tiempo de alerta y aumentando la severidad de los impactos en veredas y asentamientos rurales ubicados en las partes altas y medias de las cuencas.

De acuerdo con los registros del PMGRD (2017), se han documentado múltiples eventos asociados tanto a desbordamientos en zonas bajas como a flujos torrenciales en sectores de ladera, los cuales han ocasionado daños en viviendas, evacuaciones preventivas y afectaciones a los servicios públicos. Un evento significativo ocurrió el 3 de agosto de 2025, cuando se registraron 155 mm de precipitación. En este caso, los impactos en el área urbana estuvieron asociados principalmente al desbordamiento de quebradas y al colapso del sistema de alcantarillado, lo que generó encharcamientos urbanos en sectores con pendientes muy suaves y alta impermeabilización del suelo (Infobae, 2025).

La infraestructura urbana y rural presenta una alta exposición a estos fenómenos. Estudios de CORPAMAG y la Universidad del Atlántico, (2017) identifican a los ríos Piedras, Manzanares y Gaira como cauces críticos para la seguridad estructural del distrito, debido a su comportamiento hidrológico y a la ocupación histórica de sus rondas. La expansión urbana en zonas ribereñas y en laderas incrementa la vulnerabilidad física de viviendas, vías, redes de acueducto y alcantarillado. El IGAC, (2018) reportó más de 20.000 viviendas localizadas en cerros susceptibles a procesos de remoción en masa, los cuales pueden obstruir cauces y agravar los desbordamientos aguas abajo.

En el ámbito agropecuario, la vulnerabilidad se manifiesta de forma diferenciada según el tipo de fenómeno. En las laderas, los sistemas productivos como café y cacao presentan pérdidas recurrentes por deslizamientos y flujos torrenciales, mientras que, en las planicies aluviales, cultivos como plátano y yuca se ven afectados principalmente por inundaciones fluviales y procesos de erosión lateral. Estudios en la cuenca del río Gaira evidenciaron desde 2012 una vulnerabilidad económica superior al 70 % en predios rurales (Omaña, 2012), tendencia que se ha

intensificado en la última década. Reportes posteriores a 2020 registran más de dos mil familias afectadas durante eventos de avenidas torrenciales en ladera, con pérdidas de cultivos, infraestructura productiva y aislamiento por interrupción de vías terciarias (García et al., 2023).

Los ecosistemas del distrito también presentan alta sensibilidad frente a estos procesos. En las zonas bajas de desembocadura, la inundación fluvial y la acumulación prolongada de agua afectan manglares, humedales y ecosistemas de transición dulce-salada. De manera complementaria, los aportes de sedimentos provenientes de flujos torrenciales en la alta cuenca modifican la dinámica costera y la morfología litoral (Salwedel et al., 2016). En la desembocadura del río Gaira, se ha identificado un aumento en la frecuencia de estos procesos, lo que incrementa la presión tanto sobre comunidades como sobre ecosistemas estratégicos.

En síntesis, el análisis confirma que las zonas de mayor riesgo corresponden a áreas donde confluyen inundación fluvial en tramos bajos, flujos torrenciales en laderas y encharcamiento urbano en sectores planos, reflejando un patrón recurrente condicionado por la geomorfología, la ocupación inadecuada del territorio y la intensificación de los eventos de precipitación. Estos resultados evidencian la necesidad de una gestión del riesgo diferenciada por tipo de fenómeno, que incluya la recuperación de rondas hídricas, el control de la ocupación en laderas, la mejora de los sistemas de drenaje urbano y la adaptación de los sistemas productivos a escenarios hidrológicos más extremos.

Conclusiones

El estudio concluye que la distribución espacial del riesgo de inundación en el Distrito de Santa Marta se caracteriza por una amenaza hidrológica severa y generalizada. El nivel de riesgo muy alto —representado en color rojo en el mapa y que cubre el 18,64 % del área urbana— no se limita a dos cauces específicos, sino que se extiende a lo largo de las cuencas bajas y medias de la mayoría de los ríos principales, incluidos Buriticá, Guachaca, Mendihuaca, Piedras, Palomino y Don Diego, afectando tanto zonas rurales y corregimientos como áreas costeras sensibles.

No obstante, el riesgo de mayor impacto socioeconómico y humanitario se concentra principalmente en los ríos Manzanares y Gaira, los cuales, aunque presentan una combinación de riesgo alto y muy alto, atraviesan y afectan directamente barrios densamente poblados como Cantilito, Mamatoco, Pescaíto y el Centro, generando eventos que impactan de manera directa a las comunidades y provocan el colapso de la infraestructura urbana.

Esta situación reconfirma que la amenaza está asociada a la interacción geomorfológica entre las pendientes extremas de la Sierra Nevada de Santa Marta y la topografía plana de la llanura costera, condición que se ve agravada por la ocupación de las zonas de ronda hídrica mediante asentamientos informales en el casco urbano.

El uso del Análisis Multicriterio (AMC) en el entorno de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) demostró ser una metodología pertinente y eficaz para el análisis del riesgo en este contexto. Los SIG permitieron la integración y ponderación de la alta complejidad de factores que influyen en el territorio de Santa Marta, tales como la hidrología torrencial, las condiciones climáticas y las variables socioeconómicas y antrópicas, facilitando una evaluación holística que trasciende el análisis de la amenaza aislada.

El producto final, materializado en el mapa de riesgo, constituye una herramienta visual y espacialmente definida que cumple con el objetivo de proporcionar información directamente aplicable a la toma de decisiones en materia de gestión del riesgo y planificación urbana. En cuanto a las implicaciones para la gestión del territorio y la reducción de afectaciones futuras, los resultados evidencian la necesidad de un doble enfoque de intervención prioritaria.

En primer lugar, se requiere la restricción y el control estricto del uso del suelo en todas las áreas clasificadas con riesgo alto y muy alto, lo cual implica la actualización urgente del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) o Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), con el fin de prohibir nuevas construcciones en las rondas hídricas y priorizar procesos de reubicación.

En segundo lugar, se hace necesaria una inversión focalizada en la mitigación del riesgo de inundación en los ríos Manzanares y Gaira, mediante el mejoramiento de la capacidad hidráulica, la infraestructura de drenaje urbano y la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT). Paralelamente, los demás ríos —Buriticá, Piedras y Guachaca— deben ser objeto de acciones de restauración ecológica y control de la erosión en sus cuencas medias y altas.

Recomendaciones

A partir del análisis territorial y ambiental del Distrito de Santa Marta, que considera su diversidad altitudinal, la presencia de ecosistemas estratégicos como la Ciénaga Grande y la Sierra Nevada de Santa Marta, así como los desafíos asociados a la expansión urbana y al cambio climático, se proponen las siguientes recomendaciones desde una perspectiva tecnológica orientada a la planificación territorial y la gestión ambiental.

Desde el punto de vista tecnológico, es fundamental que en el Distrito de Santa Marta se adopte un modelo de ordenamiento agroambiental basado en la zonificación ecológico-económica, el cual incorpore criterios de pendiente, altitud, capacidad de uso del suelo y conectividad ecológica. Este enfoque permitirá identificar unidades de paisaje homogéneas y establecer usos del suelo compatibles con la conservación de los ecosistemas y la productividad agrícola (IDEAM, 2017).

Asimismo, se recomienda promover un modelo ambiental de forestación con especies nativas en las cuencas altas, medias y bajas de los ríos que representan riesgo de inundación en el distrito. Esta estrategia contribuirá al fortalecimiento de la cobertura vegetal, la reducción de la erosión del suelo, el control de la escorrentía superficial y la disminución de los procesos de sedimentación que afectan tanto a las zonas rurales como urbanas (Sánchez, Hernández, González y González, 2021).

De igual forma, es necesario fortalecer e implementar Sistemas de Alerta Temprana (SAT) en el Distrito de Santa Marta como una herramienta estratégica para la prevención y la gestión del riesgo de inundaciones y de los efectos asociados al cambio climático. Estos sistemas deben integrar monitoreos hidrometeorológicos en cuencas altas, medias y bajas, sensores de nivel del agua, estaciones meteorológicas y tecnologías de comunicación que permitan emitir alertas oportunas a las comunidades vulnerables (Moreno, Quiñones y Tovar, 2014).

Adicionalmente, se sugiere implementar estrategias de divulgación comunitaria para la gestión social del riesgo por inundaciones en el distrito, orientadas a una transición de enfoques remediales hacia enfoques preventivos. Estas acciones deben incluir campañas educativas sobre el manejo de cuencas y sistemas de drenaje, promoviendo la participación de líderes sociales, instituciones educativas y organizaciones comunitarias (Restrepo y Zapata, 2013).

Finalmente, se recomienda realizar la actualización periódica de los mapas de riesgo del Distrito de Santa Marta, incorporando información actualizada sobre fenómenos naturales de origen hidrometeorológico. Estas actualizaciones deben integrar estudios de cuencas y modelaciones climáticas, garantizando un enfoque multiescalar que abarque las cuencas altas, medias y bajas (Blanco, 2021).

Referencias bibliográficas

Alcaldía de Santa Marta Distrito turístico, cultural e histórico, (2022). *Plan de Desarrollo Distrital "SANTA MARTA CORAZÓN DEL CAMBIO, 2020-2023"*. https://www.santamarta.gov.co/sites/default/files/INFORME_DE_GESTION_PRINCIPAL_VIGENCIA_2022.pdf

Alcaldía Distrital de Santa Marta, (2020). "Situación en los cerros es una prioridad de protección y control que requiere de todos": Dadsa. <https://www.santamarta.gov.co/sala-prensa/noticias/situacion-en-los-cerros-es-una-prioridad-de-proteccion-y-control-que-requiere>

Alcaldía de Santa Marta, (2025). *Geografía*. <https://www.santamarta.gov.co/geografia>

Actualidad Colombia, (2025) *Santa marta bajo el agua: lluvias colapsan la ciudad y deja barrios incomunicados*. <https://actualidadcolombia.com/noticias/santa-marta-bajo-el-agua-lluvias-colapsan-la-ciudad-y-dejan-barrios-incomunicados-20250803-50473.html>

Alcaldía de santa marta, (2020) *Alcaldía Distrital atiende barrios afectadas por las lluvias en Santa Marta*. <https://www.santamarta.gov.co/sala-prensa/noticias/alcaldia-distrital-atiende-barrios-afectadas-por-las-lluvias-en-santa-marta>

ANDI (Asociación Nacional de Empresarios de Colombia), (2023). *Guía para la Identificación, Análisis y Evaluación de Riesgos de Desastres en el Sector Minero Energético*. <https://www.andi.com.co/Uploads/GuiaGRD%20Publicada%20V1.pdf>

Armenteras-Pascual, D., & Mestre-Gómez, J. M., (2011). *Análisis de la vulnerabilidad y el riesgo a inundaciones en la cuenca baja del río Gaira, en el Distrito de Santa Marta*. Redalyc. *Análisis de la vulnerabilidad y el riesgo a inundaciones en la cuenca baja del río Gaira, en el Distrito de Santa Marta*. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250980014.pdf>

Blanco, R. D. P., (2021). *Evaluación de riesgo ante fenómenos naturales de origen geológico e hidrometeorológico en ciudades costeras de la región Caribe e Insular*.

<https://www.researchgate.net/publication/355889788> Evaluacion de riesgo ante fenomenos naturales de origen geologico e hidrometeorologico en ciudades costeras de la region Caribe e Insular

Climate Data, (2025). *Clima Santa Marta (Colombia)*. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/magdalena/santa-marta-3650/>

CORPAMAG., universidad del atlántico, (2017). *caracterización, diagnóstico y análisis de vulnerabilidad y amenazas en el departamento del Magdalena: inundaciones. (Doc. 05). Corporación Autónoma Regional del Magdalena.* https://www.corpamag.gov.co/archivos/riesgosAmbientales/2017_Doc05_Inundaciones.pdf

Cruz Roja Colombiana Seccional Magdalena, (2018). *Plan Municipal de gestión de Riesgo PMGRD.* <https://www.santamarta.gov.co/portal/archivos/PLAN-DISTRITAL-DE-GESTION-DEL-RIESGO.pdf>

Cuao, A., (2020). *Santa Marta, ciudad de ríos.* El Informador. <https://www.elinformador.com.co/index.php/mas/especiales-periodisticos/237243-santa-marta-ciudad-de-rios>

Departamento Nacional de Planeación (DNP), (2019). *Metodología para evaluar los riesgos.* https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/2_Metodolog%C3%ADa%20para%20evaluar%20los%20riesgos_1FVcc.pdf

Departamento Nacional de Planeación (DNP), (2024). *Índice Municipal de Riesgo de Desastres - Escenarios de Riesgo.* Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/IndiceMunicipaldeRiesgodeDesastres.pdf>

Departamento Nacional de Planeación (DNP), (2016). *Nota técnica 4: Manual de multicriterio para la selección de proyectos de Asociación Público-Privada.* <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Participacin%20privada%20en%20proyectos%20de%20infraestructu/Nota%20T%C3%A9cnica%204%202016.pdf#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20multicriterio%20se%20basa%20en%20realizar,a%20las%20caracter%C3%ADsticas%20del%20proyecto%20a%20evaluar.>

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, & Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados (CIACUA), (2014). *Estudio para el fortalecimiento de la infraestructura sanitaria de Santa Marta para los requerimientos proyectados en los próximos 50 años: Producto II.2 – Análisis de alternativas de oferta hídrica*. https://www.findeter.gov.co/system/files/convocatorias/PAF-ATF-C-026-2015/PAF-ATF-C-026-2015%40Producto_Ii.2_V1.pdf

Gutiérrez, L. C., Gutiérrez, Y., Noriega, O. D., Rangel, N., Fonseca, C., Ortega, E., & García, H, (2017). *Caracterización, Diagnóstico y Análisis de Vulnerabilidades y Amenazas en el Departamento del Magdalena*. Santa Marta. Colombia. Corporación Autónoma Regional del Magdalena-Universidad del Atlántico. 257p. https://corpamag.gov.co/archivos/riesgosAmbientales/2017_Doc05_Inundaciones.pdf

IDEAM, (2017). Guía Metodológica para la elaboración de mapas de inundación. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/2024-08-23/guia_metodologica_para_la_elaboracion_de_mapas_de_inundacion.pdf

Infobae, (2025). *Santa Marta en alerta naranja por fuertes lluvias: riesgo de crecientes súbitas e inundaciones*. Obtenido de <https://www.infobae.com/colombia/2025/08/04/santa-marta-en-alerta-naranja-por-fuertes-lluvias-riesgo-de-crecientes-subitas-e-inundaciones/>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2018). *Colombia en Mapas: Cobertura de tierras*. Bogotá: IGAC. <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>

Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (2025). *Colombia OT – DocuVisor*. <https://www.colombiaot.gov.co/pot/buscador.html?u=47001&etapa=Diagn%C3%B3stico>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), (2025). *Normales climatológicas estándar (1991–2020)*. <https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/Normales%20clim%C3%A1ticas%20est%C3%A1ndar>

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM, (2018). *Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 48. <http://archivo.ideam.gov.co/documents/21021/418894/Caracter%C3%ADsticas+de+Ciudade>

[s+Principales+y+Municipios+Tur%C3%ADsticos.pdf/c3ca90c8-1072-434a-a235-91baee8c73fc](https://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2018/12/Amenazas-Naturales-y-Antr%C3%B3picas-en-las-Zonas-Costeras-Colombianas.pdf)

INVEMAR, (2018). *Amenazas y riesgos ambientales en las zonas costeras colombianas*. Observatorio Ambiental de Cartagena de Indias. Recuperado de: <https://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2018/12/Amenazas-Naturales-y-Antr%C3%B3picas-en-las-Zonas-Costeras-Colombianas.pdf>

Johnson, V., & Pacheco, R, (2020). *Plan de Ordenamiento Territorial 2020- 2032*. <https://curaduriaurbana2smta.com/wp-content/uploads/2023/05/POT-SANTA-MARTA-2020-500-ANOS.pdf>

Minvivienda (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio), (2015). Guía de Integración de la Gestión del Riesgo y el Ordenamiento Territorial Municipal. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Guia-Integracion-Gestion-Riesgo-Ordenamiento-Territorial-Octubre2015.pdf>

Minvivienda (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio), (2015). *La Gestión de Riesgos, un tema de Ordenamiento Territorial*. <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/Gu%C3%ADa%20Gesti%C3%B3n%20de%20Riesgos.pdf>

Moreno, D., Quiñones, É., & Tovar, L. C, (2014). *Los Sistemas de Alerta Temprana, SAT, una herramienta para la prevención de desastres por inundación y efectos del cambio climático*. *Cienc. Ing. Día*, 9(1), 1-18. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/server/api/core/bitstreams/2476fc17-fe13-425e-a430-92c297ca4a69/content>

OAS (Organización de los Estados Americanos), (1998). *Capítulo 5. Sistemas de información geográfica en el manejo de peligros naturales*. Departamento de Desarrollo Regional. <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea65s/ch10.htm>

Recinos, A., (2023). *Análisis de riesgo de inundación mediante sistema de información geográfico, S.I.G en municipio de morales del departamento*. Repositorio UNAD. <https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/65506/1/afriosp.pdf>

Restrepo, j. c. u., & zapata, r. a. o., (2013). *Estrategias de divulgación comunitaria para la gestión social del riesgo por inundaciones: el caso de la temporada de lluvias 2010–2011 en campo de la cruz (atlántico), de un enfoque remedial a un enfoque preventivo*. https://redcol.minciencias.gov.co/Record/JAVERIANA_d9f57f888e16b03fac7729dd6af75800

TvAndina, (2016). *Plan estratégico de seguridad vial*. https://www.teveandina.gov.co/uploads/file_uploads/7_Propuesta_UT_TV_ANDINA_UNOAJR_PARTE_2.pdf

Salzwedel, H., Barraza, L., Montiel, R., & de la Cruz Restrepo, T. A., (2016). *La ciénaga Grande de Santa Marta desde la perspectiva de ProCiénaga*. FNA-foro nacional ambiental. https://www.researchgate.net/profile/Horst-Salzwedel/publication/305771415_La_CGSM_desde_la_perspectiva_de_Pro-Cienaga_-_Paper/links/57a09b4808aece1c7218fd66/La-CGSM-desde-la-perspectiva-de-Pro-Cienaga-Paper.pdf

Sanjuán Murillo, S. M., (2017). *Aproximación a la zonificación de la vulnerabilidad del sistema lagunar de la ciénaga grande de Santa Marta a eventos extremos de hipersalinización*. <https://repositorio.unal.edu.co/items/1903add5-b737-4b5b-877f-5ceb4e36f1a6>

UNGRD (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres)., (2015). *Implementación del Sistema Nacional de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres Vigencia 2015-2018*. https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/Proyectos-Inversion/2015/proyecto_sistema_integrado_informacion_2015_2018.pdf

U.S.G.S. Geological Survey, (2018). *3D Elevation Program (3DEP) 1-Arc Second Digital Elevation Model* [Conjunto de datos]. EarthExplorer. <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Enlace de sustentación: <https://youtu.be/th0lM2iFgCk>

